

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

---

ANNÉE 1924

THÈSE

N<sup>o</sup> 506

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE  
(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

**Auguste MAC AULIFFE**

Né à Maisons-Alfort, le 6 août 1897

---

EXPLORATION CLINIQUE

DES

VAISSEAUX SANGUINS CAPILLAIRES  
DE L'HOMME

---

*Président : M. GILBERT, professeur*

---

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS

15, RUE-RACINE, 15

—  
1924



FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

---

ANNÉE 1924

---

THÈSE

N°

---

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

**Auguste MAC AULIFFE**

Né à Maisons-Alfort, le 6 août 1897

---

EXPLORATION CLINIQUE

DES

VAISSEAUX SANGUINS CAPILLAIRES

DE L'HOMME

---

*Président : M. GILBERT, professeur*

---

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

---

1924



LE DOYEN... M. ROGER.

I. — PROFESSEURS

MM.

|                                                                    |                |
|--------------------------------------------------------------------|----------------|
| Anatomie.....                                                      | NICOLAS. ♦     |
| Anatomie médico-chirurgicale.....                                  | CUNEO.         |
| Physiologie.....                                                   | Ch. RICHET.    |
| Physique médicale.....                                             | André BROCA.   |
| Chimie organique et chimie générale.....                           | DESGREZ.       |
| Bactériologie.....                                                 | BEZANÇON.      |
| Parasitologie et histoire naturelle médicale.....                  | BRUMPT.        |
| Pathologie et thérapeutique générales.....                         | Marcel LABBÉ.  |
| Pathologie médicale.....                                           | SICARD.        |
| Pathologie chirurgicale.....                                       | LECÈNE.        |
| Anatomie pathologique.....                                         | LETULLE.       |
| Histologie.....                                                    | PRENANT.       |
| Pharmacologie et matière médicale.....                             | RICHAUD.       |
| Thérapeutique.....                                                 | CARNOT.        |
| Hygiène.....                                                       | Léon BERNARD.  |
| Médecine légale.....                                               | BALTHAZARD.    |
| Histoire de la médecine et de la chirurgie.....                    | MÉNÉTRIER.     |
| Pathologie expérimentale et comparée.....                          | ROGER.         |
| Clinique médicale.....                                             | GILBERT        |
|                                                                    | CHAUFFARD.     |
|                                                                    | ACHARD.        |
|                                                                    | WIDAL.         |
| Hygiène et clinique de la première enfance.....                    | MARFAN.        |
| Clinique des maladies des enfants.....                             | NOBÉCOURT.     |
| Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale..... | H. CLAUDE.     |
| Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....               | JEANSELME.     |
| Clinique des maladies du système nerveux.....                      | GUILLAIN.      |
| Clinique des maladies infectieuses.....                            | TEISSIER.      |
|                                                                    | DELBET.        |
| Clinique chirurgicale.....                                         | HARTMANN.      |
|                                                                    | LEJARS.        |
|                                                                    | GOSSET.        |
| Clinique ophtalmologique.....                                      | De LAPERSONNE. |
| Clinique urologique.....                                           | LEGUEU.        |
|                                                                    | COUVELAIRE.    |
| Clinique d'accouchements.....                                      | BRINDEAU.      |
|                                                                    | JEANNIN.       |
| Clinique gynécologique.....                                        | J.-L. FAURE.   |
| Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....                 | BROCA Auguste  |
| Clinique thérapeutique médicale.....                               | VAQUEZ.        |
| Clinique oto-rhino-laryngologique.....                             | SEBILEAU.      |
| Clinique thérapeutique chirurgicale.....                           | DUVAL.         |
| Clinique propédeutique.....                                        | SERGENT.       |

## II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

### MM.

|                |                                         |
|----------------|-----------------------------------------|
| ABRAMI.....    | Pathologie médicale                     |
| ALGLAVE.....   | Pathologie chirurgicale.                |
| AUBERTIN....   | Pathologie médicale.                    |
| BASSET.....    | Pathologie chirurgicale.                |
| BAUDOUIN....   | Pathologie médicale.                    |
| BINET.....     | Physiologie.                            |
| BLANCHETIÈRE   | Chimie biologique.                      |
| BRANCA.....    | Histologie.                             |
| BRULÉ.....     | Pathologie médicale.                    |
| BUSQUET.....   | Pharmacologie et ma-<br>tière médicale. |
| CADENAT.....   | Pathologie chirurgicale.                |
| CHAMPY.....    | Histologie.                             |
| CHIRAY.....    | Pathologie médicale.                    |
| CLERC.....     | Pathologie médicale.                    |
| DEBRÉ.....     | Hygiène.                                |
| I. de JONG.... | Anatomie pathologique.                  |
| DUVOIR.....    | Médecine légale.                        |
| ÉCALLE.....    | Obstétrique.                            |
| FIESSINGER...  | Pathologie médicale.                    |
| FOIX.....      | Pathologie médicale.                    |
| GARNIER.....   | Pathologie expériment <sup>le</sup> .   |
| HARVIER.....   | Pathologie médicale.                    |
| HEITZ-BOYER..  | Urologie.                               |
| HOVELACQUE..   | Anatomie.                               |
| JOYEUX.....    | Parasitologie.                          |

### MM.

|                |                                         |
|----------------|-----------------------------------------|
| LABBÉ (Henri). | Chimie biologique.                      |
| LARDENNOIS..   | Pathologie chirurgicale.                |
| LE LORIER....  | Obstétrique.                            |
| LEMAITRE....   | Oto-rhino-laryngologie.                 |
| LEMIERRE....   | Pathologie médicale.                    |
| LÉVY-SOLAL...  | Obstétrique.                            |
| LHERMITTE...   | Pathologie mentale.                     |
| LIAN.....      | Pathologie médicale.                    |
| MATHIEU.....   | Pathologie chirurgicale.                |
| METZGER.....   | Obstétrique.                            |
| MOCQUOT.....   | Pathologie chirurgicale.                |
| MONDOR.....    | Pathologie chirurgicale.                |
| MOURE.....     | Pathologie chirurgicale.                |
| MULON.....     | Histologie.                             |
| PHILIBERT....  | Bactériologie.                          |
| RIBIERRE....   | Pathologie médicale.                    |
| RICHET Fils... | Physiologie.                            |
| ROUVIÈRE....   | Anatomie.                               |
| STROHL.....    | Physique médicale.                      |
| TANON.....     | Pathologie médicale.                    |
| TIFFENEAU...   | Pharmacologie et ma-<br>tière médicale. |
| VAUDESCAL...   | Obstétrique.                            |
| VERNE.....     | Histologie.                             |
| VILLARET....   | Pathologie médicale.                    |
| WELTER.....    | Ophtalmologie.                          |

## III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

### MM.

|              |                      |
|--------------|----------------------|
| CAMUS.....   | Physiologie.         |
| GOUGEROT.... | Pathologie médicale. |
| GUÉNIOT..... | Obstétrique.         |

### MM.

|              |                       |
|--------------|-----------------------|
| RETTERER.... | Histologie.           |
| ROUSSY.....  | Anatomie pathologique |

#### IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE

à titre permanent

| MM.                                   | MM.                                   |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| AUVRAY..... Clinique chirurgicale.    | OMBRÉDANNE. Clinique chirurgicale in- |
| CHEVASSU .... Clinique chirurgicale.  | fantile.                              |
| LAIGNEL-LAVASTINE Clinique médicale.  | PROUST ..... Clinique chirurgicale.   |
| LEREBoullet. Clinique médicale infan- | RATHERY..... Clinique médicale.       |
| tile.                                 | SCHWARTZ ... Clinique chirurgicale.   |
| LÉRI ..... Clinique médicale.         | TERRIEN..... Cliniq. ophtalmologique. |
| LÉPER..... Clinique médicale.         |                                       |

#### V. — CHARGÉS DE COURS

|                            |                                                                                                                                          |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MM. MAUCLAIRE, agrégé..... | { Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes. |
| FREY.....                  |                                                                                                                                          |
| N. ....                    |                                                                                                                                          |
| LEDOUX-LEBARD.....         |                                                                                                                                          |
|                            | Stomatologie.                                                                                                                            |
|                            | Éducation physique.                                                                                                                      |
|                            | Radiologie clinique.                                                                                                                     |

---

*Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.*

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR GILBERT

Professeur de clinique médicale à l'Hôtel-Dieu

Membre de l'Académie de Médecine

Commandeur de la Légion d'Honneur

*Nous le remercions de l'honneur  
qu'il nous fit en acceptant la pré-  
sidence de notre thèse.*

A LA MÉMOIRE DE MON GRAND-PÈRE

LE DOCTEUR J.-M. MAC-AULIFFE

Médecin de première classé de la Marine  
Chevalier de la Légion d'Honneur

A LA MÉMOIRE  
DE MON FRÈRE ET DE MA SŒUR

A MON PÈRE ET PREMIER MAÎTRE

LE DOCTEUR V. MAC-AULIFFE

*Qui fut pour nous le meilleur et  
le plus sage conseiller et dont la  
carrière médicale nous sera un  
exemple d'honneur professionnel,  
de désintéressement et de dévouement.*

A MA MÈRE

*Témoignage de grande affection*

A MES GRAND'MÈRES

A MON BEAU-FRÈRE  
ET A MES SŒURS

A M. LE DOCTEUR CHIFOLIAU

Chirurgien des Hopitaux de Paris  
Chevalier de la Légion d'Honneur

*Nous le remercions de la solli-  
citude qu'il nous a toujours témoi-  
gnée et nous l'assurons de notre  
reconnaissance.*

A MES MAITRES  
DES HOPITAUX DE MARSEILLE

A MES MAITRES  
DE LA FACULTÉ DE PARIS



# EXPLORATION CLINIQUE

## DES

# VAISSEAUX SANGUINS CAPILLAIRES

## DE L'HOMME

---

Bien que leur existence ait été révélée voici environ trois siècles, les vaisseaux sanguins capillaires sont encore aujourd'hui bien peu connus. Si l'étude de leur morphologie est assez avancée, ce que l'on sait de leur physiologie est rudimentaire; quant à leur pathologie elle est, peut-on dire, presque totalement ignorée. C'est là un fait que l'on ne peut que déplorer, car, à celui qui raisonne de l'appareil circulatoire, de sa structure et de sa physiologie, il apparaît, ainsi que le fait remarquer *A.-C. Guillaume*, que l'appareil des capillaires doit avoir, en matière de circulation, une importance physiologique au moins égale à celle du cœur.

Envisagé à un point de vue purement physiologique, le cœur est, suivant l'expression classique, assimilable à une pompe destinée à donner à la masse sanguine l'impulsion nécessaire à son passage à travers le système vasculaire. Or, cliniquement cet organe moteur se trouve intimement lié au rôle

essentiel des capillaires. L'étude expérimentale en éclairant d'un jour nouveau la physiologie de ces petits vaisseaux, n'a fait que confirmer leur importance fonctionnelle depuis longtemps pressentie. Cet apport du laboratoire à la clinique permet d'envisager le transport dans le domaine de la pratique de notions nouvelles de valeur séméiotique de premier ordre.

En effet, l'analyse sans idée préconçue des états pathologiques qui se traduisent par des troubles de la circulation, laisse concevoir la part qui, dans ces processus, doit légitimement revenir aux petits vaisseaux — artérioles et capillaires — et montre qu'elle est au moins égale à celle que l'on est en droit d'attribuer au cœur et aux gros vaisseaux.

En particulier dans les affections qui lèsent électivement l'appareil cardiaque (localisations orificielles par exemple), le facteur artériolo-capillaire entre en jeu pour une part importante. Dans l'ensemble des phénomènes morbides dont l'aboutissant est la décompensation circulatoire, dans la genèse des troubles qui viennent traduire cliniquement cette insuffisance, on trouve à chaque instant l'intervention des capillaires.

On peut s'étonner dès lors, du rôle effacé, concédé (dans les ouvrages classiques traitant de la pathologie cardio-vasculaire) au dysfonctionnement des capillaires. Il nous semble donc rationnel d'attirer une fois de plus l'attention sur la corrélation étroite existant entre les deux systèmes.

Il en découle que l'étude méthodique des capillaires, est de nature à fournir à la médecine, dans ce champ encore peu exploré qu'est la pathologie circulatoire périphérique, une moisson abondante de faits particulièrement riches en conséquences pratiques.

\*  
\*   \*  
\*

Ce retard considérable que présente la physiopathologie des capillaires sur celle du cœur, tient évidemment à l'ignorance presque complète, dans laquelle on a été très longtemps, de procédés pratiquement applicables à la clinique humaine. Créer des moyens d'exploration, les coordonner, voilà les conditions nécessaires à toute étude complète des troubles de la fonction capillaire.

C'est à l'exposé de ces principes actuellement établis et cliniquement réalisables que nous consacrons ce travail, nous efforçant de montrer ce que l'on peut attendre de leur mise en œuvre.

\*  
\*   \*  
\*

Les moyens proposés sont de deux ordres :

I. — *Les méthodes indirectes.*

a) Pléthysmométriques ;

b) Chimiques ;

c) Spectroscopiques.

II. — *Les méthodes directes.*

### Capillaroscopie et ses dérivés.

En analysant ces diverses méthodes nous exposerons les avantages et les inconvénients qui se rattachent à chacune d'elles.

Nous ne ferons que signaler l'intérêt histo-pathologique des vaisseaux capillaires prélevés au cours d'interventions chirurgicales ou de nécropsies. Sans nier la valeur réelle des éléments fournis par cette étude à la pathologie générale, nous pensons qu'ils ne peuvent faciliter que tardivement l'interprétation du fait clinique.

# I. — MÉTHODES INDIRECTES D'INVESTIGATION CLINIQUE DES CAPILLAIRES SANGUINS

## A. — Méthodes pléthysmométriques

Elles mesurent les modifications de volume d'un organe ou d'un membre. Depuis le pléthysmomètre de Mosso, de nombreux appareils répondant au même but ont été utilisés en physiologie. Leur mode d'emploi peut schématiquement se ramener à un type unique :

*Un segment de membre se trouve placé dans un manchon hermétiquement clos à ses extrémités, et dont l'intérieur contient soit de l'eau, soit une vessie de caoutchouc remplie d'air. Un dispositif spécial constitué par un tube en caoutchouc établit la communication entre l'eau — ou l'air — et le milieu extérieur. Toutes les causes qui entraînent des modifications de volume de la partie du membre soumise à l'expérience, déterminent dans le manchon des variations, dont la valeur est donnée par un manomètre ou un tambour de Marey. Suivant la partie du corps utilisée par les observateurs, les appareils construits répondent à des appellations différentes (pléthysmomètres antibrachiaux ou digitaux).*

L'étude pléthysmométrique et pléthysmographique a fourni à la physiologie normale et pathologique, une foule de renseignements complémentaires, parmi lesquels il n'est pas toujours aisé de démêler le rôle exact des capillaires.

Il est donc impossible de considérer les méthodes pléthysmométriques comme des moyens fidèles d'une investigation précise. Elles ne peuvent donner que des présomptions sur l'état des capillaires mais aucune certitude sur leur valeur réelle.

## B. — Méthodes chimiques

Les méthodes chimiques consistent en des analyses comparatives de sang prélevé dans les artères et dans les veines, et permettent de mesurer les gaz contenus dans les échantillons de sang.

L'appareil le plus en usage pour ces recherches est celui de Bancroft. Il est formé de deux récipients de même dimension en rapport avec un manomètre. Les réactions chimiques destinées à libérer les gaz du sang sont effectuées dans ces récipients, et l'évaluation quantitative en est donnée par le manomètre. On constate ainsi que de 100 centimètres cubes de sang on peut extraire 60 centimètres cubes de mélange gazeux constitué par de l'oxygène, du gaz carbonique, de l'azote et de l'argon. L'argon ne rentre que dans de très faibles proportions (environ 0,4 o/o) dans la quantité totale de gaz obtenu. L'azote peu abondant, se trouve également réparti. Il n'en

est pas de même de l'oxygène et de l'acide carbonique, dont les quantités varient suivant que les échantillons proviennent des artères ou des veines.

Chez le chien par exemple, on extrait de 100 volumes de sang, les quantités suivantes de gaz.

|                    | OXYGÈNE        | CO <sup>2</sup> | AZ         |
|--------------------|----------------|-----------------|------------|
| Sang artériel..... | 20 volumes     | 40 vol.         | 1 à 2 vol. |
| Sang veineux.....  | 8 à 10 volumes | 46 vol.         | 1 à 2 vol. |

En partant de ces données expérimentales, on a pu, par le même procédé, établir chez l'homme normal, les proportions respectives des divers gaz du sang. La différence observée entre l'état physiologique et l'état pathologique permet alors d'apprécier l'importance de la perturbation existant dans le réseau capillaire.

Cette recherche cependant, ne peut trouver son application que chez les malades se soumettant volontiers à une petite intervention non justifiée par une pratique thérapeutique. S'il est relativement aisé de retirer par ponction veineuse du sang destiné à l'analyse ; pour des raisons anatomiques le prélèvement du sang artériel exige une technique plus délicate, dont la réalisation n'est possible qu'à la faveur d'une anesthésie locale.

H. Eppinger, L. Von Paff et H. Schwartz, appliquant récemment ces méthodes chimiques à l'étude de la circulation périphérique dans l'asthme car-

diague, ont montré tout le parti que l'on peut tirer de telles observations.

Si encourageants que soient les résultats obtenus par ces auteurs, il nous semble légitime d'admettre que la méthode chimique, en raison même des difficultés qui s'attachent à son exécution, ne peut être systématiquement employée pour l'interprétation des cas pathologiques qui se présentent journellement au praticien.

### C. — Méthodes spectroscopiques

Henocque, à l'œuvre duquel il faut toujours se rapporter quand on étudie la spectroscopie appliquée à la biologie, montre qu'il est possible d'effectuer l'analyse spectroscopique des tissus vivants, et d'observer par cette méthode, les variations du taux de l'oxyhémoglobine dans les conditions physiologiques et pathologiques.

Henocque apprécie de deux manières la quantité de l'oxyhémoglobine dans les tissus :

1° Dans quelques gouttes de sang prélevé par piqûre et examinées à l'aide de sa cuve hématoscopique, on cherche sous des épaisseurs différentes, à reconnaître le phénomène adopté comme critère de la mesure (égalité de teinte et de longueur d'onde des deux bandes caractéristiques de l'oxyhémoglobine).

2 Sans piqûre préalable, et par observation directe de la peau, à l'aide d'un spectroscope à faible dis-

persion, on note l'existence d'une bande d'absorption de l'oxyhémoglobine. Il est possible dès lors, en se servant de disques de verre jaune, d'épaisseurs progressives, interposés entre la fente du spectroscope et les tissus, d'éteindre la bande caractéristique de l'oxyhémoglobine ; il est possible aussi, d'établir, par comparaison avec les mesures directes, une gamme de verres de teintes déterminées dont l'action d'extinction correspondra à des doses d'oxyhémoglobine toujours les mêmes. Par le jeu de ces disques, on peut donc mesurer approximativement la quantité d'oxyhémoglobine contenue dans le sang d'un tissu.

Henocque a fait dans cet ordre d'idées de nombreuses observations, mais il est bien difficile d'inférer les résultats obtenus par lui et par d'autres expérimentateurs aux capillaires artériels et veineux. Qu'on prélève le sang par piqure ou que l'on étudie les variations du taux de l'oxyhémoglobine par l'examen des tissus à l'analyseur chromatique, on ne peut affirmer que l'analyse spectroscopique porte sur du sang provenant exclusivement de l'un des vaisseaux — artérioles, capillaires, veinules — qui constituent le réseau vasculaire des téguments.

Rien n'autorise donc à conclure que l'analyse spectroscopique d'échantillons de sang prélevé dans les téguments, tout comme l'examen direct de ces tissus, renseigne exactement sur les fonctions capillaires. Il en est de cette méthode comme de celles que nous

avons préalablement énoncées ; elle ne permet pas une étude directe des capillaires.

Il ne s'en suit cependant pas que cette méthode doive être proscrite de l'étude générale des capillaires. Associée à d'autres que nous allons maintenant décrire, cette analyse spectroscopique est riche en enseignements.

Comme l'a établi Guillaume, elle permet en effet d'apprécier le pouvoir réducteur des tissus, de mesurer l'indice de réaction locale et générale, dont les variations se font parallèlement à celles du métabolisme fondamental, et d'évaluer enfin, en utilisant la technique proposée par *Guillaume et Godel*, les modifications de la teneur du sang en oxyhémoglobine au cours des états qui touchent la respiration tissulaire.

#### APERÇU GÉNÉRAL DES MÉTHODES INDIRECTES

De l'étude précédente, il résulte que les méthodes indirectes, qu'elles soient pléthysmométriques, chimiques, spectroscopiques, ne peuvent en elles-mêmes donner des indications formelles sur les fonctions capillaires. Ce sont par contre des moyens adjuvants pour l'examen de ces petits vaisseaux.

## II. — LES MÉTHODES DIRECTES D'INVESTIGATION CLINIQUE DES CAPILLAIRES

La première tentative d'observation directe des capillaires chez l'homme date d'environ quarante-cinq ans. En 1879, un chirurgien allemand, Hueter, construisit un appareil (un tube de microscope dont le grossissement était de 25 diamètres) qui lui permettait d'observer les capillaires à la face buccale de la lèvre inférieure, éclairée au moyen d'une lentille concentrant soit la lumière du jour, soit celle d'une lampe à gaz.

« Par ce moyen de recherche, dit Hueter, on voit le dessin rouge des capillaires, des artères et des veines qui se divisent. La première impression est telle, que l'on croit voir la préparation par injection avec la masse rouge, de la muqueuse d'un cadavre. La recherche est-elle effectuée en regardant un vaisseau très superficiel et très faiblement éclairé, que l'œil distingue le courant sanguin et le passage, sous forme de petites masses isolées, de globules rouges. Les globules blancs se distinguent sous l'aspect de vacuoles blanches au milieu du courant rouge. »

Hueter observait en outre, parmi les anses capil-

lares « des formes en tire-bouchon. Les veines étant plus grosses et plus profondément situées et de direction rectiligne ». Par cette méthode, cet auteur a fait un grand nombre d'observations dans des cas pathologiques.

Avant Hueter on avait déjà étudié les petits vaisseaux sanguins de l'œil. Coccius (1857), Donders (1864), ultérieurement Friedenwold et Bajardi (1901) avaient fait de semblables remarques portant sur les veinules. Von Schleich, en 1902, parvenait à voir les capillaires.

L'exploration des petits vaisseaux de l'œil est fort ancienne. Mais les résultats que ce mode d'investigation est capable de fournir, ne dépassent guère les limites de l'ophtalmologie.

Il n'en est pas de même de l'étude des capillaires et des petits vaisseaux des téguments et des muqueuses dont l'observation apporte une forte contribution tant à la physiologie qu'à la pathologie.

En 1911, un auteur américain, Lombard, travaillant dans le laboratoire de Von Frey à Wurzburg, étudia la pression capillaire et eut l'idée d'appliquer les recherches de Unna (1871) et de Darier (1909) préconisées dans le but de rendre la peau transparente en vue de l'examen des lésions tégumentaires profondes. Lombard fit choix de la glycérine, et constata que les capillaires cutanés étaient visibles au microscope.

En 1912, O. Mueller et Nickau entreprirent l'étude

des capillaires superficiels de la peau de l'homme vivant.

Weiss et O. Mueller en 1916 s'efforcèrent de réaliser des appareils répondant au même but.

Enfin, en 1921 A.-C. Guillaume a imaginé tout un appareillage permettant d'observer d'une façon systématique les capillaires de l'homme.

Depuis 1916 bon nombre d'observations ont été effectuées quant à l'aspect des capillaires dans les états normaux et dans certains cas pathologiques. Nous reviendrons sur ces faits. Il nous faudra auparavant, faire l'exposé des méthodes d'investigation clinique de ces vaisseaux.

Pour la description des appareils de Weiss et de O. Mueller, nous renvoyons à l'étude détaillée, analytique et critique qu'en a fait A.-C. Guillaume dans un mémoire intitulé : *Essai de morpho-physiologie normale et pathologique des petits vaisseaux superficiels*.

Comme le montre cet auteur, l'appareil de Weiss est extrêmement encombrant et lourd, partant, peu maniable et intransportable ; il n'est donc à aucun titre un appareil clinique, mais seulement un appareil de laboratoire. Celui de O. Mueller, facilement maniable, est par contre peu stable ; son éclairage est insuffisant et son jeu de grossissements, ne pouvant s'effectuer que par le changement des oculaires, donne, en dehors du grossissement prévu pour l'appareil, des images d'une qualité contestable. Autre inconvénient plus considérable, cet appareil

comprime les téguments et les chauffe ; deux conditions détestables pour effectuer des observations rigoureuses ; les deux facteurs compression et chaleur interviennent en effet pour une part importante dans les modifications d'aspect des capillaires cutanés.

L'appareil de A.-C. Guillaume est bien dans l'état actuel du problème, celui qui réunit à la fois les conditions de facilité d'emploi, de maniabilité et de pression désirables.

Il se compose des trois éléments fondamentaux suivants :

1° Un microscope réduit au tube, sur lequel on adapte les objectifs et les oculaires nécessaires. Ce microscope possède en outre, deux vis de mise au point, rapide et lente ;

2° Un appareil d'éclairage fait d'une lampe à bas voltage, contenu dans une cage métallique munie d'un condensateur et d'une loupe posée sur une tige, de telle sorte qu'il est possible de concentrer le faisceau lumineux en une image punctiforme donnant le maximum de luminosité ;

3° Une béquille réglable assurant la stabilité de l'ensemble.

Une fois monté, le capillaroscope de Guillaume permet d'explorer n'importe quelle partie des téguments avec un éclairage suffisant et un grossissement que l'on peut faire varier — par une combinaison d'oculaires et d'objectifs — entre 10 et 200 diamètres.

La région que l'on désire explorer étant déterminée,

on oriente le tube du microscope de telle sorte que le rayon visuel tombe à peu près normalement sur les téguments. En variant l'éclairage, on dirige le faisceau lumineux en faisant glisser la lentille condensatrice le long de sa tige, de manière à donner le maximum de lumière sur la région à observer.

En se servant de lampe à bas voltage et à forte intensité, on obtient ainsi un éclairage extrêmement puissant, dont la presque totalité est utilisée.

Un bon examen des capillaires, nécessite en effet, comme le dit Guillaume, une source lumineuse d'au moins 30 bougies concentrées ; certaines demandent 50 à 100 bougies.

On dispose alors sur la région considérée une goutte d'un liquide capable, par suite de sa réfraction propre, de modifier la direction des rayons lumineux, et de permettre la pénétration du rayon visuel dans la partie superficielle des téguments, en supprimant la réflexion de ceux-ci. Un grand nombre de substances ont cette propriété, l'eau, les huiles, et tout particulièrement l'huile ou essence de vaseline, d'aniline, de cèdre.

L'huile ou essence de cèdre qui est utilisée pour l'immersion microscopique est, du fait de son odeur agréable et de la facilité avec laquelle on peut se la procurer, l'une des substances le plus recommandable pour la capillaroscopie.

Le choix du grossissement doit varier avec la nature de l'observation que l'on veut faire. Il faut pour examiner le réseau veineux, les artérioles,

employer un grossissement très faible (10 à 15 fois). Pour étudier les capillaires proprement dits, leur distribution et leur aspect général, un grossissement moyen — 30 à 50 fois. Pour voir les détails d'une anse, des grossissements plus forts — 60 fois environ, — enfin, pour étudier les particularités de la circulation sanguine intracapillaire, des grossissements plus élevés — 60 à 90 et au delà.

Les objectifs construits par *Stiassnie* et employés dans le capillaroscope de Guillaume donnent respectivement les grossissements propres suivants :

N° 0 : 4 fois ; n° 1 : 6 à 7 fois ; n° 2 : 9 à 10 fois ; n° 4 spécial : 10 à 20 fois.

Ce dernier conserve malgré un grossissement propre important une distance frontale supérieure à 5 millimètres (condition nécessaire à une bonne étude).

La combinaison de ces objectifs avec le jeu des oculaires, donne donc la série de grossissements suivants :

| Objectifs                           | Groupement propre |        | OCULAIRES |      |      |       |
|-------------------------------------|-------------------|--------|-----------|------|------|-------|
|                                     |                   |        | N° 1      | N° 2 | N° 3 | N° 12 |
| N° 0                                | 4                 | 60 m/m | 14        | 18   | 30   | 45    |
| N° 1                                | 6 à 7             | 20 m/m | 24        | 30   | 50   | 75    |
| N° 2                                | 9 à 10            | 9 m/m  | 36        | 46   | 75   | 120   |
| N° 4                                | 18 à 20           | 6 m/m  | 75        | 90   | 140  | 215   |
| Grossissement propre de l'oculaire. |                   |        | 4 x       | 5 x  | 7 x  | 12 x  |

Il est préférable de chercher à obtenir le grossissement désiré par l'emploi d'objectifs aussi puissants

que possible et de l'oculaire le plus faible. En pratique c'est donc par l'emploi des objectifs 0, 1, 2, 3 et 4 et de l'oculaire n° 1 qu'il faut établir son échelle de grossissement qui sera ainsi de 13, 24, 36 et 75 diamètres et constituera une gamme de base de l'examen capillaroscopique.

### EXAMEN DES CAPILLAIRES EN LUMIÈRE COLORÉE

La lumière blanche obtenue à l'aide d'une lampe à incandescence de forte intensité, peut être remplacée par une lumière colorée. Il suffit pour cela d'interposer un disque coloré, soit entre la source lumineuse et la région à examiner, soit entre l'oculaire et l'œil. Ce genre d'étude a été effectué par A.-C. Guillaume avec de différentes teintes. Ses conclusions sont les suivantes.

| LUMIÈRE     | RÉSULTATS                                |
|-------------|------------------------------------------|
| Jaune.....  | Vision défectueuse des capillaires.      |
| Rouge.....  | Mauvaise vision.                         |
| Violet..... | Vision meilleure qu'avec les précédents. |
| Bleu.....   | Une bonne vision des capillaires.        |
| Vert.....   | De leur détail et du passage du sang.    |

De ces recherches, il faut conclure que les lumières colorées qui conviennent le mieux aux examens capillaroscopiques sont les bleues et les vertes. Mais à côté de l'avantage qu'elles présentent de donner

une image noire des capillaires et d'en faciliter l'étude morphologique, elles offrent l'inconvénient de produire des modifications de coloration défavorables à l'interprétation. Il est donc indispensable d'en limiter l'emploi et de n'avoir recours qu'à la lumière blanche toutes les fois que l'investigation porte sur l'étude de la coloration des anses.

### ANALYSE CHROMATIQUE

Dans ses travaux publiés dans le *Bulletin médical* 1923, A.-C. Guillaume insiste beaucoup sur la valeur de cette analyse chromatique du sang contenu dans les anses. C'est, d'après cet auteur, l'un des facteurs importants de l'examen analytique des vaisseaux capillaires. Aussi, pour préciser cette étude, a-t-il imaginé un dispositif qui permet d'apprécier d'une façon exacte la couleur du sang des capillaires, voulant de la sorte éviter la comparaison des étalons colorés ayant la gamme des teintes qui vont du rose pâle au violet foncé. Guillaume applique donc à l'analyse chromatique des capillaires, ses constatations sur le phénomène d'extinction de certaines couleurs par d'autres.

Les verres colorés extincteurs sont choisis dans la gamme des verts et des rouges, et, un appareil fixé à l'oculaire, fait défiler au moyen d'une glissière — ou d'un disque rotatif — entre l'oculaire et l'œil, une série de verres d'une de ces deux couleurs. De cette façon il est facile de mesurer le degré de la teinte

rouge du sang contenu dans un capillaire et par conséquent de faire entrer dans l'observation un facteur précis d'estimation.

### ANALYSE SPECTROSCOPIQUE

Nous avons vu dans la première partie de ce travail, qu'il était possible par un examen direct des téguments au spectroscope, d'apercevoir une des bandes caractéristiques de l'oxyhémoglobine. A.-C. Guillaume applique ce procédé d'analyse spectroscopique à la capillaroscopie, en remplaçant l'oculaire de la combinaison optique du capillaroscope, par un oculaire spécial spectroscopique. Il peut de cette façon voir les deux bandes de l'oxyhémoglobine, noter leur importance, leur disposition dans certaines conditions, et mesurer leur intensité par le procédé préconisé par Henocque, et obtenu en interposant des écrans colorés en verre jaune.

Grâce à cette méthode, A.-C. Guillaume complète utilement les données fournies par l'examen direct et l'analyse chromatique des capillaires.

### REPRODUCTION DES IMAGES OBSERVÉES

Le dessin à la chambre claire des images observées en capillaroscopie est une pratique possible, bien que souvent délicate. Il est difficile, en effet, sans perturber la circulation, d'immobiliser suffisam-

ment la région à examiner pour que le dessin puisse être rigoureux.

Les mouvements involontaires, le déplacement pulsatile rythmique (en particulier aux doigts), la nécessité de suivre perpétuellement la mise au point, surtout avec des grossissements importants, font que cette opération est moins facile dans le cas de la capillaroscopie que dans l'observation microscopique. Il est donc nécessaire de trouver dans une autre méthode le moyen de reproduire les images observées et c'est tout particulièrement à la microphotographie qu'il faut, dans ces conditions s'adresser.

Certains auteurs auraient obtenu des microphotographies des capillaires en se servant d'appareils dont l'éclairage n'aurait pas dépassé 12 bougies. Or, d'après les travaux faits à ce sujet par Guillaume, il semble impossible de photographier les capillaires de la peau de l'homme sans un éclairage extrêmement puissant, permettant l'obtention d'un instantané.

En effet, même en immobilisant fortement la région, on ne supprime pas les mouvements qui résultent de l'ébranlement systolique; déplacements qui obligent à une fréquente remise au point du microscope et qui interdisent d'une façon absolue toute photographie posée.

Afin de remédier à ces inconvénients, Guillaume propose la technique suivante :

1° Une source lumineuse puissante, — arc de 1.000 bougies ou lampe à incandescence de 1.800 bou-

gies, — est concentrée par un système optique formé d'un condensateur et d'une lentille convergente vis-à-vis de la zone à photographier. Ce rayon lumineux est refroidi par passage dans une cuve à eau (d'assez grande épaisseur dans le cas de lampe à incandescence, de plus petite dans le cas de l'arc). On peut aussi remplacer les multiples éléments précédents de concentration optique et de réfrigération, par un élément unique, ballon en verre sphérique rempli d'eau, qui, faisant office de loupe convergente, assure en même temps le refroidissement du rayon lumineux. Le diamètre du ballon est choisi d'après l'intensité de la source lumineuse et sa richesse en rayons rouges ;

2° Un appareil microscopique qui est le capillaroscope de Guillaume ;

3° Un appareil photographique constitué par une chambre spéciale, munie d'un oculaire de contrôle qui permet d'observer les capillaires en les photographiant.

Grâce à ce dispositif, et à la forte concentration du rayon lumineux, il est possible de faire des instantanés à moins d'un quart de seconde, et d'obtenir des images très nettes d'un grossissement égal ou inférieur à 60 diamètres.

Cette méthode, en raison de sa facile réalisation et des résultats précis auxquels elle conduit, doit être considérée comme un procédé de choix dans l'étude analytique de nombreux états pathologiques encore peu connus et qui entrent actuellement dans le cadre

des névroses vaso-motrices. Un cliché élimine en effet les causes personnelles d'erreur, il permet par exemple, de compter rigoureusement le nombre des capillaires dans un champ de surface déterminée, de mesurer exactement le diamètre des anses ; ' modifications que l'on ne peut mettre en évidence autrement que par un travail patient fait d'observations répétées. Un cliché enfin, permet de conserver un document qui, mieux qu'une longue description, indique dans un cas pathologique l'aspect des capillaires d'une région étudiée.

#### AUTRES MÉTHODES D'EXPLORATION DES CAPILLAIRES

Les divers appareils précédents, établis spécialement pour l'observation des capillaires, permettent d'étudier ceux-ci avec un maximum de commodité et de précision. Bien entendu, on peut à l'aide d'une loupe ou d'un microscope faire cette même étude. Mais ces dispositifs de fortune sont loin d'assurer des résultats comparables à ceux obtenus avec le capillaroscope et il serait hasardeux de fonder des conclusions sur des observations effectuées avec ces appareils.

Les loupes rendent cependant d'incontestables services en microangioscopie, en permettant l'examen, à de faibles grossissements, non plus des capillaires, mais des artérioles et des veinules sur de larges zones (ces examens ne pouvant être faits qu'à de faibles grossissements).

La capillaroscopie faite à l'aide de ces moyens n'a donc qu'un domaine très limité.

### SYNTHÈSE DES MÉTHODES D'EXPLORATION DES CAPILLAIRES

L'investigation clinique des capillaires dans l'état actuel de nos connaissances comporte des observations portant sur :

- |                           |   |                 |
|---------------------------|---|-----------------|
| 1° La forme et le nombre  | } | des capillaires |
| 2° La coloration          |   |                 |
| 3° Le régime circulatoire |   |                 |
| 4° La microspectroscopie  |   |                 |
| 5° La pression sanguine   |   |                 |

La forme et le nombre des capillaires est la première des constatations ; le facteur *forme* joue un grand rôle dans les conclusions des auteurs allemands, ils ont voulu par exemple, classer certains états pathologiques d'après l'aspect des anses capillaires observées à la région unguéale des doigts. Ces anses revêtent une forme en U ou en épingle à cheveux ; une forme en croissant (variété courte de la forme précédente), une forme en caducée, une forme en 8 partiel (la boucle inférieure de ce chiffre manquant).

Vouloir rattacher chaque forme à un état pathologique serait abusif. Il s'agit en effet d'une simple disposition anatomique, variable selon les individus et ne permettant nullement de présumer un état anormal.

Au point de vue pathologique, on doit retenir trois

types, *court, moyen, long* (ce dernier existant plus spécialement dans les états de stase veineuse déjà ancienne).

La diminution du nombre des capillaires dans le champ d'observation d'une région déterminée, est la conséquence d'une vaso-constriction ; l'augmentation, celle d'une vaso-dilatation ou d'une stase veineuse.

La diminution comparée des branches de l'anse capillaire est un fait qui mérite de retenir l'attention. Normalement les deux branches, ascendante et descendante, bien que de diamètres différents, ne sont pas disproportionnées. Il n'en est pas de même dans les états de stase veineuse dans lesquels la branche descendante prend un diamètre environ quadruple de celui de la branche montante. Quand il y a vaso-dilatation, au contraire, les deux branches ont tendance à une égalité de volume.

L'observation du régime circulatoire à l'intérieur des capillaires n'est pas dépourvue d'intérêt. A.-C. Guillaume a montré que dans les petits vaisseaux, le cours du sang était régulièrement soumis à des variations. C'est ainsi que dans les états de vaso-constriction, la vitesse du sang se trouve modifiée ; la colonne sanguine se fragmente, les globules rouges passent, soit isolément comme les grains d'un chapelet, irréguliers, soit par trains séparés. Dans les états de vaso-dilatation au contraire, la masse sanguine est compacte et l'on ne peut que deviner qu'elle est constituée par des amas d'hématies.

L'étude de la coloration apprécie soit directement, soit au moyen du chromoscope analyseur, une série de teintes qui vont du jaune orangé au violet foncé en passant par le carmin et le rouge brique. La coloration pâle (jaune) des capillaires semble devoir être rattachée à des anémies ou à des dilutions sanguines ; les colorations violettes sont la conséquence de la stase avec réduction prononcée de l'oxyhémoglobine. Quand il s'agit d'une vaso-constriction, la couleur observée est soit rouge brique, soit rouge violet ; elle est rouge carmin dans le cas d'une vasodilatation.

L'analyse microspectroscopique complète les résultats de l'analyse chromatique en indiquant la richesse en oxyhémoglobine du sang de la région observée. Les renseignements ainsi obtenus pourraient encore être complétés par la mise en œuvre des méthodes chimiques indirectes et des méthodes spectroscopiques.

Quant à la pression sanguine dans les capillaires, elle est diminuée dans les états de vaso-constriction, augmentée dans ceux de vaso-dilatation, de stase veineuse et de pléthose sanguine. Sa mesure peut, comparée aux indications fournies par celle de la pression sanguine dans les artérioles et dans les artères, établir le siège de la modification vasculaire qui est la cause de la production d'un trouble circulatoire.



## CONCLUSIONS

1° L'intérêt qui s'attache à l'étude des petits vaisseaux superficiels des téguments du vivant est considérable, d'où la nécessité de créer et de développer les méthodes d'exploration des capillaires et de leurs fonctions à l'état normal et pathologique.

2° Les méthodes plethysmométriques, chimiques et spectroscopiques, bien qu'étant d'une grande importance, ne peuvent fournir que des indications partielles se rapportant aux capillaires. Elles permettent par contre, en complétant les observations faites directement sur ces vaisseaux, de faciliter la compréhension des mécanismes normaux ou morbides.

3° Les moyens employés pour l'examen direct des capillaires — examen microscopique complété par l'analyse chromatique et microspectroscopique, selon les techniques nouvelles proposées — donnent une série de renseignements qui permettent d'en aborder l'étude.

4° L'emploi d'une instrumentation spéciale rend possible l'exploration directe des capillaires tant au point de vue expérimental que clinique.

Vu, le Doyen,  
ROGER

Vu : Le Président de la thèse,  
GILBERT

Vu et permis d'imprimer,  
Le Recteur de l'Académie de Paris  
P. APPELL

## BIBLIOGRAPHIE

- Hueter*, — Deutsche Zeitschrift für chirurgie, 1874.  
 — Deutsche Zeitschrift für chirurgie. B. 6, 1879.  
 — Zentralblatt für der medizinische Wissenschaft, 1879.  
*Mueller* (O.). — Die kapillaren der menschlichen Körper Oberfläche Stuttgart, 1922.  
*Eppinger* (H.), *Von Paff* et *Schwartz* (H.). — Das asthma cardiale. Versuch zur näheren peripheren Kreislauf pathologie. Berlin, 1924.  
*Guillaume* (A.-C.). — Etude des variations pléthysmographiques en aval d'un manchon de contrepression artérielle (C. R. Société de biologie, 1921).  
 — Essai de morphophysiologie normale et pathologique des petits vaisseaux superficiels (Bulletin médical, n° 44, 1923).  
 — La désintégration de la pression sanguine dans les vaisseaux (Bulletin médical, n° 37, 1924).  
 — Méthode spectroscopique d'estimation du métabolisme fondamental (Journal médical français, n° du métabolisme, 1922).  
 — Modification de la circulation dans les capillaires pendant la compression des artères. Application de la capillaroscopie à la mesure de la tension sanguine dans les artères et les artérioles (Bulletin médical, octobre 1924).  
 — La pression sanguine capillaire. Série de trois semaines (Bulletin médical, 1924).  
*Heubner* (W.). — Fisiologia y Farmacologia de los capilares sanguíneos (Archivos de Medicina, cirugía y especialidades, n° 10, 1923).  
*Henocque* (A.). — Spectroscopie Biologique, t. I ; Spectroscopie

du sang, t. II. Spectroscopie des organes, des tissus et des humeurs. Encyclopédie. Léauté. Paris.

*Krogh* (A). — The anatomy and physiology of capillaries. New Haven, 1922.

*Mandl* (L.). — Etude sur la circulation capillaire à la lumière de la capillaroscopie. Thèse Paris, 1923.

---

Impr. de la Faculté de Médecine, Jouve et Cie, 15, rue Racine, Paris. — 6432-24

---





